

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Juni 2002 (20.06.2002)

PCT

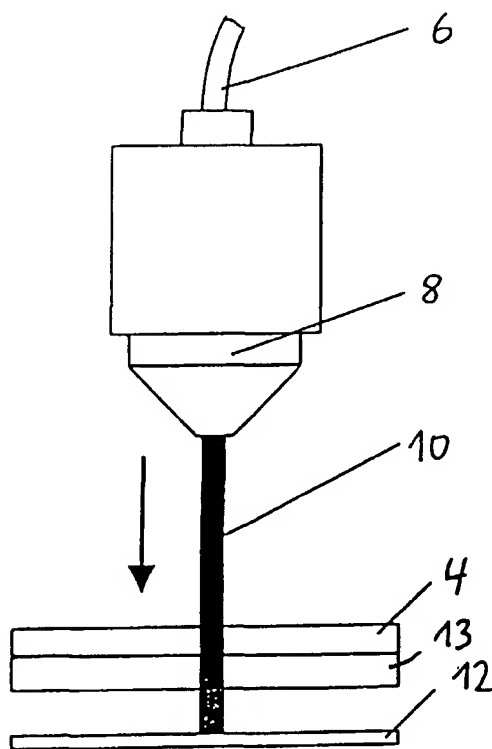
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/48059 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C03B 33/09, 33/07, B23K 26/40 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LZH LASERZENTRUM HANNOVER E.V. [DE/DE]; Hollerithallee 8, 30419 Hannover (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/14729 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Dezember 2001 (14.12.2001) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HESENER, Hanno [DE/DE]; Liebigstrasse 9, 26871 Papenburg (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: LEINE & WAGNER; Patentanwälte, Burckhardtstrasse 1, 30163 Hannover (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
- (30) Angaben zur Priorität: 100 62 725.0 15. Dezember 2000 (15.12.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CUTTING COMPONENTS MADE OF GLASS, CERAMIC, GLASS CERAMIC OR THE LIKE BY GENERATING THERMAL ABLATION ON THE COMPONENT ALONG A CUT ZONE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM DURCHTRENNEN VON BAUTEILEN AUS GLAS, KERAMIK, GLASKERAMIK ODER DERGLEICHEN DURCH ERZEUGUNG EINES THERMISCHEN SPANNUNGSRISSES AN DEM BAUTEIL ENTLANG EINER TRENNZONE



(57) Abstract: The invention relates to a method for cutting components made of glass, ceramic, glass ceramic or the like by generating thermal ablation on the component along a cut zone. According to said method, a laser beam is directed to the cut zone, wherein the wavelength of the laser beam is selected in such a way that said laser beam is partly transmitted by the component under partial absorption and wherein the laser beam is directed to the component in such a way that the laser beam is partly transmitted at least twice along the cut zone in a simultaneous or sequential manner substantially in the same location or in locations which are little spaced relative to one another. According to the invention, at least two components are processed simultaneously, said components being arranged one after the other in the direction of radiation. The method according to the invention makes it possible to cut components in a particularly efficient manner.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/48059 A1



GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Bei einem Verfahren zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas, Keramik, Glaskeramik oder dergleichen durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrisses an dem Bauteil entlang einer Trennzone wird ein Laserstrahl auf die Trennzone gerichtet, wobei die Wellenlänge der Laserstrahlung so gewählt wird, daß die Laserstrahlung von dem Bauteil unter Teilabsorption teilweise transmittiert wird und wobei der Laserstrahl derart auf das Bauteil gerichtet wird, daß der Laserstrahl von dem Bauteil gleichzeitig oder zeitlich aufeinanderfolgend entlang der Trennzone im wesentlichen an der gleichen Stelle oder an zueinander gering beabstandeten Stellen wenigstens zweimal teilweise transmittiert wird. Erfindungsgemäß werden gleichzeitig wenigstens zwei Bauteile bearbeitet, die in Strahlrichtung hintereinander angeordnet sind. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht das Durchtrennen von Bauteilen auf besonders rationelle Weise.

**Verfahren zum Durchtrennen von
Bauteilen aus Glas, Keramik, Glaskeramik oder
dergleichen durch Erzeugung eines thermischen
Spannungsrissses an dem Bauteil entlang einer Trennzone**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas, Keramik, Glaskeramik oder dergleichen durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrissses an dem Bauteil an einer Trennzone.

Verfahren zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas sind beispielsweise durch DE 197 15 537 A1, DE 196 16 327 A1, WO 98/00266, DE 44 05 203 A1 und WO 93/20015 bekannt.

Durch DE 43 05 106 A1 ist ein Verfahren bekannt, bei dem ein Laser einen Laserstrahl auf eine linienförmige Trennzone eines Bauteiles richtet. Bei dem bekannten Verfahren wird das Bauteil mittels des Laserstrahles entlang der Trennzone dadurch erwärmt, daß das Glas die Laserstrahlung an seiner Oberfläche absorbiert. Hierdurch entsteht entlang der Trennzone ein thermischer Spannungsriß, der dazu führt, daß das Bauteil in der gewünschten Weise entlang der Trennzone durchtrennt wird.

Ein Nachteil des bekannten Verfahrens besteht darin, daß nur solche Strahlungsquellen verwendet werden, deren Strahlung von dem Glas überwiegend absorbiert wird.

Durch Patent Abstracts of Japan, Veröffentlichungs-Nr. 10 244 386 A ist ein Verfahren der betreffenden Art zum Durchtrennen von Bauteilen durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrissses an dem Bauteil an einer Trennzone bekannt, bei dem ein Laserstrahl auf die Trennzone gerichtet und die Wellenlänge der Laserstrahlung so gewählt wird, daß die Laserstrahlung von

- 2 -

dem Bauteil unter Teilabsorption teilweise transmittiert wird. Bei dem bekannten Verfahren wird der Laserstrahl derart auf das Bauteil gerichtet, daß der Laserstrahl von dem Bauteil gleichzeitig oder zeitlich aufeinanderfolgend entlang der Trennzone im wesentlichen an der gleichen Stelle oder an zueinander gering beabstandeten Stellen wenigstens zweimal teilweise transmittiert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art anzugeben, das wirtschaftlicher durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebene Lehre gelöst.

Die Erfindung löst die zugrundeliegende Aufgabe auf überraschend einfache Weise dadurch, daß gleichzeitig wenigstens zwei Bauteile bearbeitet werden, die in Strahlrichtung hintereinander angeordnet sind. Auf diese Weise ist das erfindungsgemäße Verfahren wesentlich rationeller und damit wirtschaftlicher gestaltet. Werden beispielsweise gleichartige Bauteile bearbeitet, so sind die Taktzeiten bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens um einen der Anzahl der gleichzeitig bearbeiteten Bauteile entsprechenden Faktor verkürzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht nur zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer gleichartiger Bauteile geeignet, sondern darüber hinaus auch zur Bearbeitung von Bauteilen, die aus mehreren Einzelbauteilen bestehen, beispielsweise zum Durchtrennen von Verbundglasscheiben, die aus zwei miteinander verklebten Einzelglasscheiben bestehen, zwischen denen sich eine Kunststoffolie befindet.

Die Trennzone kann eine beliebige geeignete Geometrie aufweisen, beispielsweise als gerade, polygonale

- 3 -

oder in beliebiger Weise bogenförmig gekrümmte Trennlinie ausgebildet sein.

Beim Durchtrennen von Bauteilen mittels Laserstrahlung durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrisses an dem Bauteil ist es erforderlich, zunächst in einer Startzone einen Startriß zu bilden, von dem ausgehend sich im weiteren Verlauf des Trennvorganges die Trennzone ausbildet. Der Startriß kann beispielsweise bei der Bearbeitung einzelner Bauteile dadurch gebildet werden, daß die Oberfläche des Bauteils in der Startzone mechanisch geschädigt wird, beispielsweise durch Einbringen einer Kerbe mittels eines Schneidwerkzeugs. Dieses Verfahren ist bei einem Verfahren gemäß Anspruch 1 in der Regel nicht anwendbar, da zur Erzeugung des Startrisses ein Zugang zu den Oberflächen sämtlicher zu durchtrennender Bauteile erforderlich ist. Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gleichzeitig wenigstens zwei in Strahlrichtung hintereinander geordnete Bauteile bearbeitet werden, ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in der Regel nur die Oberfläche des in Strahlrichtung ersten Bauteiles zugänglich.

Durch WO 01/32571 A1 ist ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 2 genannten Art zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrisses an dem Bauteil an einer Trennzone bekannt, bei dem zu Beginn des Trennvorganges mittels der Laserstrahlung in einer Startzone des Spannungsrisses ein Startriß an dem Bauteil erzeugt wird, von dem im weiteren Verlauf des Trennvorganges die Trennzone ausgeht.

Bei dem bekannten Verfahren erfolgt die Bildung eines Startrisses dadurch, daß mittels der Laserstrahlung Material an der Oberfläche des Bauteiles abgetragen und so eine Nut gebildet wird, so daß sich in der

- 4 -

gewünschten Weise der Startriß ausbildet.

Auch dieses bekannte Verfahren setzt einen Zugang zu den Oberflächen jedes Bauteiles voraus, an dem ein Startriß erzeugt werden soll. Das bekannte Verfahren ist daher bei einem Verfahren gemäß Anspruch 1 nicht anwendbar.

Dementsprechend liegt der Erfindung ferner die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 2 genannten Art anzugeben, das die Erzeugung eines Startrisses auch an solchen Bauteilen ermöglicht, deren Oberfläche nicht zugänglich ist, wie dies bei einem Verfahren gemäß Anspruch 1 für die in Strahlrichtung hinteren Bauteile der Fall ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebene Lehre gelöst. Erfindungsgemäß werden die Intensität und/oder das Strahlprofil und/oder der Fokus des Laserstrahles derart gesteuert, daß der Startriß im wesentlichen ohne Materialabtrag an dem Bauteil gebildet wird. Das Verfahren gemäß Anspruch 2 ermöglicht es, Startrisse auch an solchen Bauteilen zu bilden, deren Oberfläche nicht frei zugänglich ist. Da der Startriß ausschließlich durch entsprechende Steuerung der Intensität und/oder des Strahlprofils und/oder des Fokus des Laserstrahles gesteuert wird, ist eine Kühlung des Bauteiles während der Bildung des Startrisses nicht erforderlich.

Eine Ausgestaltung des Grundgedankens der Lehre des Anspruchs 2 sieht vor, daß der Laserstrahl bei der Erzeugung des Startrisses auf einen Bereich unterhalb der Oberfläche des Bauteiles fokussiert wird. Dies ermöglicht auf zuverlässige Weise die Bildung eines Startrisses ohne Materialabtrag an der Oberfläche des Bauteiles.

Grundsätzlich kann der Startriß an einem Rand des

- 5 -

Bauteiles gebildet werden. Insbesondere dann, wenn ein Teil mit einer geschlossenen Kontur aus dem Bauteil herausgetrennt werden soll, ist es zweckmäßig, daß der Startriß an einer zu den Rändern des Bauteiles beab-

5 standeten Stelle gebildet wird.

Um im Bereich des Startrisses eine möglichst gleichmäßige Schnittkante zu erhalten, ist es zweckmäßig, daß ein Startriß erzeugt wird, der sich in Strahlrichtung der Laserstrahlung im wesentlichen durch

10 das gesamte Bauteil hindurch erstreckt.

Eine andere Weiterbildung der Lehre des Anspruchs 2 sieht vor, daß der Laserstrahl zur Weiterführung des von der Startzone ausgehenden thermischen Spannungsrisses auf die Startzone gerichtet und im weiteren Ver-

15 lauf des Trennvorganges entlang der Trennzone bewegt wird. Bei dieser Ausführungsform führt der Laser den von dem Startriß ausgehenden thermischen Spannungsriß unmittelbar weiter, indem der Strahlfleck des Laserstrahles jeweils auf die Spitze des sich ausbildenden

20 Spannungsrisses gerichtet wird.

Alternativ hierzu kann der Laserstrahl zur Weiterführung des von der Startzone ausgehenden thermischen Spannungsrisses jedoch auch auf einen zu der Startzone beabstandeten Bereich gerichtet und so gesteuert wer-

25 den, daß sich der thermische Spannungsriß im weiteren Verlauf des Trennvorganges entlang der Trennzone ausbildet. Bei dieser Ausführungsform dient der Laserstrahl dazu, das Bauteil entfernt von dem Startriß so zu erwärmen, daß sich in dem Bauteil ein definiertes

30 Temperaturfeld bildet, das dazu führt, daß sich der Spannungsriß entlang einer gewünschten Trennzone, beispielsweise Trennlinie, ausbildet.

Entsprechend den jeweiligen Anforderungen können die Bauteile während des Trennvorganges zueinander be-

- 6 -

abstandet sein oder aneinander anliegen oder miteinander verbunden sein, insbesondere fest miteinander verbunden sein. Im erstgenannten Fall kann beispielsweise eine Halterung vorgesehen sein, die die Bauteile während des Trennvorganges zueinander beabstandet hält. Insbesondere dann, wenn die Bauteile plan ausgebildet sind, können diese jedoch auch während des Trennvorganges aneinander anliegen.

Die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens zu durchtrennenden Bauteile sind in weiten Grenzen wählbar. Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, daß die Bauteile ein Verbundbauteil, insbesondere eine Verbundglasscheibe bilden. Es hat sich gezeigt, daß das erfindungsgemäße Verfahren besonders gut zum Durchtrennen von Verbundglasscheiben geeignet ist, die aus zwei miteinander verklebten Glasscheiben bestehen, zwischen denen sich eine Kunststoffolie befindet. Erfindungsgemäß wird somit unter mehreren gleichzeitig bearbeiteten Bauteilen auch ein einzelnes Bauteil verstanden, das aus mehreren, in Strahlrichtung hintereinander angeordneten einzelnen Bauteilen besteht, die fest miteinander verbunden sind, wie dies beispielsweise bei einer Verbundglasscheibe der Fall ist. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht beispielsweise auch das Schneiden von Gläsern von LCD-Anzeigen, die in der Regel aus zwei übereinander liegenden Glasscheiben bestehen, zwischen denen ein Flüssigkristall angeordnet ist.

Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß eines der zu durchtrennenden Bauteile eine Beschichtung eines anderen der zu durchtrennenden Bauteile ist. Bei dieser Ausführungsform können beispielsweise speziell beschichtete Flachgläser, insbesondere in Form von Spiegelgläsern durch-

- 7 -

trennt werden. Derartige Spiegelgläser bestehen in der Regel aus einer Flachglasscheibe, einer aufgedampften Silber- oder Aluminiumbeschichtung sowie einer Trägerschicht zum Schutz der Beschichtung. Das erfindungs-
5 gemäße Verfahren erlaubt hierbei sowohl das Durchtrennen der Glasscheibe als auch der Trägerschicht. Bei dieser Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens können beispielsweise auch Rückspiegel von Kraftfahrzeugen geschnitten werden.

10 Andere zweckmäßige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sehen vor, daß die Bauteile Glasscheiben, insbesondere Planglasscheiben, oder rotationssymmetrische Bauteile aus Glas sind und/oder daß die Bauteile aus Borosilikatglas oder Kalk-Natron-Glas
15 bestehen.

 Eine andere Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, daß Reflexionsmittel verwendet werden, die wenigstens einen auf der dem Laser abgewandten Seite des Bauteiles angeordneten ersten Reflektor aufweisen,
20 der durch das Bauteil transmittierte Laserstrahlung auf die Trennzone reflektiert. Bei dieser Ausführungsform wird die Strahlung zunächst von dem Bauteil transmittiert und nach Transmission durch das Bauteil von dem ersten Reflektor wenigstens einmal reflektiert,
25 so daß sie das Bauteil im wesentlichen an der gleichen Stelle entlang der Trennzone wenigstens zweimal durchquert bzw. von dem Bauteil wenigstens zweimal unter Teiltransmission teilweise absorbiert wird.

 Grundsätzlich ist es ausreichend, wenn bei der
30 vorgenannten Ausführungsform die Reflexionsmittel lediglich einen Reflektor aufweisen, der die Strahlung nach Transmission durch die Trennzone auf die Trennzone reflektiert, so daß die Strahlung lediglich einmal reflektiert wird. Eine vorteilhafte Weiterbildung der

- 8 -

erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, daß die Reflexionsmittel wenigstens einen zweiten Reflektor aufweisen, der auf der dem Laser zugewandten Seite des Bauteiles angeordnet ist, wobei der erste Reflektor die Laserstrahlung durch die Trennzone hindurch auf den zweiten Reflektor reflektiert und wobei der zweite Reflektor die von dem ersten Reflektor reflektierte Strahlung auf die Trennzone reflektiert. Bei dieser Ausführungsform wird die von dem Laser erzeugte Laserstrahlung mehrfach reflektiert, so daß sie dementsprechend mehrfach von dem Bauteil entlang der Trennzone teilabsorbiert wird. Auf diese Weise ist eine schnelle und intensive Erwärmung des Bauteils an der jeweils bestrahlten Stelle der Trennzone ermöglicht.

Eine Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform sieht vor, daß der zweite Reflektor die Laserstrahlung auf den ersten Reflektor zurückreflektiert. Bei dieser Ausführungsform wird die Strahlung mehrfach zwischen dem ersten Reflektor und dem zweiten Reflektor hin- und herreflektiert, so daß mit einer einfachen und kostengünstigen Vorrichtung eine mehrfache Reflexion der Laserstrahlung durch das Bauteil und damit ein vielfaches Durchqueren des Bauteils und eine entsprechend intensive Erwärmung des Bauteils ermöglicht ist.

Grundsätzlich ist es ausreichend, wenn der einfallende Laserstrahl und der von dem ersten Reflektor reflektierte Laserstrahl an zueinander beabstandeten Stellen entlang der Trennzone auf das Bauteil auftreffen bzw. wenn der von dem ersten Reflektor auf den zweiten Reflektor reflektierte Laserstrahl und der von dem zweiten Reflektor auf den ersten Reflektor zurückreflektierte Laserstrahl an zueinander beabstandeten Stellen der Trennzone auf das Bauteil auftreffen, sofern hierbei entlang der Trennzone durchgängig eine zur

- 9 -

Ausbildung des thermischen Spannungsrisses ausreichende Erwärmung des Bauteiles bewirkt ist. Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht jedoch vor, daß der einfallende Laserstrahl und der von dem ersten Reflektor reflektierte Laserstrahl und/oder der von dem ersten Reflektor auf den zweiten Reflektor reflektierte Laserstrahl und der von dem zweiten Reflektor auf den ersten Reflektor zurückreflektierte Laserstrahl entlang der Trennzone im wesentlichen auf die gleiche Stelle des Bauteiles auftreffen. Auf diese Weise ergibt sich an der Stelle, an der der einfallende und der reflektierte Strahl gemeinsam auf das Bauteil auftreffen, eine besonders schnelle und intensive Erwärmung des Bauteiles.

15 Zweckmäßigerweise ist bzw. sind der erste Reflektor und ggf. der zweite Reflektor in Strahlrichtung zu dem Bauteil beabstandet. Auf diese Weise ist verhindert, daß in unerwünschter Weise über den Reflektor bzw. die Reflektoren Wärme von dem Bauteil abgeführt wird.

20 Eine andere Ausgestaltung des Grundgedankens der erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, daß wenigstens zwei Laser vorgesehen sind, die jeweils einen Laserstrahl entlang der Trennzone im wesentlichen auf die gleiche Stelle oder auf zueinander gering beabstandete Stellen des Bauteiles richten. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß die Laserstrahlung das Bauteil wenigstens zweimal im wesentlichen an der gleichen Stelle oder an zueinander gering beabstandeten Stellen entlang der Trennzone durchquert, ohne daß eine Reflexion der Laserstrahlung erforderlich ist.

30 Bei der vorgenannten Ausführungsform sind die Laser zweckmäßigerweise auf gegenüberliegenden Seiten des Bauteiles angeordnet, so daß sie die Laserstrahlung von

- 10 -

gegenüberliegenden Seiten des Bauteiles auf dieses richten.

5 Eine weitere Ausgestaltung des Grundgedankens der erfindungsgemäßen Lehre sieht Strahlteilungsmittel, die den Laserstrahl des Lasers in wenigstens zwei Teilstrahlen teilen, und Strahlrichtmittel vor, die die Teilstrahlen entlang der Trennzone im wesentlichen auf die gleiche Stelle des Bauteiles oder auf zueinander gering beabstandete Stellen richten. Auf diese Weise
10 ist ein zweiter Laser nicht erforderlich. Zweckmäßigerweise richten die Strahlrichtmittel die Teilstrahlen von den gegenüberliegenden Seiten auf das Bauteil.

Der Laser ist zweckmäßigerweise ein Nd:YAG-Laser oder ein Diodenlaser. Derartige Laser sind besonders
15 kostengünstig. Obwohl das Laserlicht dieser Laser von Glas im wesentlichen transmittiert und nur in geringem Maße absorbiert wird, ist ihre Verwendung zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas oder anderen spröden Materialien durch die erfindungsgemäße Lehre ermöglicht.
20

Zweckmäßigerweise beträgt die Wellenlänge der Laserstrahlung etwa 500 bis etwa 5.000 nm. Laserstrahlung dieser Wellenlänge wird von Glas zwar überwiegend transmittiert, ermöglicht jedoch aufgrund der erfindungsgemäßen Lehre gleichwohl in ausreichendem Maße
25 eine Erwärmung des Materiales des Bauteiles.

Um beispielsweise linienförmige Trennzonen an dem Bauteil zu bilden, sieht eine andere Weiterbildung vor, daß das Bauteil und der Laser während des Bearbeitungsvorganges relativ zueinander bewegt werden.
30

Bei der vorgenannten Ausführungsform ist es zweckmäßig, daß das Bauteil und der Laser relativ zueinander zweidimensional bewegt werden, wobei das Bauteil in einer ersten Richtung (x-Richtung) und der Laser in

- 11 -

einer zu der ersten Richtung (x-Richtung) im wesentlichen senkrechten zweiten Richtung (y-Richtung) bewegt wird. Auf diese Weise sind zweidimensionale Bewegungen des Lasers und des Bauteils relativ zueinander mit einer einfachen und kostengünstigen Vorrichtung ermöglicht.

Eine Weiterbildung der Ausführungsform, bei der der Laserstrahl zwischen dem ersten Reflektor und dem zweiten Reflektor hin- und herreflektiert wird, sieht vor, daß der zweite Reflektor derart ausgebildet ist, daß er die Laserstrahlung in Abhängigkeit von der Polarisation entweder transmittiert oder reflektiert, daß der Laser die Laserstrahlung von der dem ersten Reflektor abgewandten Seite einstrahlt, wobei die Polarisation der Laserstrahlung derart gewählt ist, daß der zweite Reflektor den einfallenden Strahl transmittiert und daß der erste Reflektor die Polarisation der Laserstrahlung derart beeinflußt, daß der zweite Reflektor den Laserstrahl bei einem darauf folgenden Auftreffen des Laserstrahles reflektiert. Bei dieser Ausführungsform ist mit einem einfachen Aufbau eine mehrfache Reflexion des Laserstrahles auf dieselbe Stelle des Bauteiles ermöglicht.

Eine andere Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, daß das Strahlprofil des Laserstrahles durch Strahlformungsmittel geformt wird. Auf diese Weise ist eine Anpassung des Profils des Laserstrahles und damit des Strahlflecks auf dem Bauteil entsprechend den jeweiligen Anforderungen in weiten Grenzen ermöglicht.

Andere Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sehen vor, daß die Trennzone eine geschlossene Kontur begrenzt und/oder daß ein Teil aus dem Bauteil herausgetrennt wird. Bei diesen Ausführungsformen ist beispielsweise das Ausschneiden von Teilen aus den Bau-

- 12 -

teilen ermöglicht.

Eine andere Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lehre sieht vor, daß der Laserstrahl schräg auf das Bauteil gerichtet wird, derart, daß sich an der Trennzone eine Fase an dem Bauteil bildet. Bei dieser Ausführung
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
form werden die Schnittkanten des Bauteiles angefast, so daß bei einer thermisch hervorgerufenen Wärmeausdehnung des Glases die Schnittkanten aufeinander gleiten können, so daß durch ein Herausheben des
10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
abgetrennten Teils des Bauteiles kein Druck mehr auf das Bauteil ausgeübt wird. Eine Beschädigung der Schnittkanten ist dadurch zuverlässig vermieden.

Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß das Bauteil während des
15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15
Trennvorganges derart mit mechanischen Spannungen beaufschlagt wird, daß die Bildung des Spannungsrisses gefördert ist. Auf diese Weise ist eine gezielte Führung des Spannungsrisses entlang der Trennzone ermöglicht, um beispielsweise einen Endabschnitt des Spannungsrisses mit dem Startriß zusammenzuführen, wenn die Trennzone eine geschlossene Kontur begrenzt. Die mechanischen Spannungen können insbesondere Biegespannungen sein, die beispielsweise dadurch in das Bauteil eingebracht werden, daß beim Heraustrennen eines Teiles aus
20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20
dem Bauteil das herauszutrennende Teil auf einer Auflage aufliegt, während an die Trennzone angrenzende Bereiche des Bauteiles nicht abgestützt sind. Auf diese Weise entstehen Biegespannungen, aufgrund derer sich das Bauteil entfernt von der Trennzone langsam nach
25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25
unten biegt, während der abzutrennende Teil auf der Auflage fixiert ist. Das Einbringen mechanischer Spannungen kann passiv erfolgen, beispielsweise dadurch, daß ein abzutrennender Teil des Bauteils auf einer Auflage aufliegt, wie oben angegeben. Die Spannungen kön-

- 13 -

nen jedoch auch aktiv eingebracht werden, indem beispielsweise mechanische Rollen oder Biegevorrichtungen oder Pneumatikeinheiten mit Saugklemmen sowie Zug- und Druckeinheiten verwendet werden. Das Verfahren nach Anspruch 32 ist besonders gut im Zusammenhang mit den erfindungsgemäßen Verfahren nach Anspruch 1 und 2 anwendbar. Es ist jedoch auch bei beliebigen anderen Verfahren zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas, Keramik, Glaskeramik oder dergleichen durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrisses an dem Bauteil an einer Trennzone geeignet, beispielsweise bei Verfahren nach dem Stand der Technik, bei denen bei einem Trennvorgang jeweils nur ein Bauteil bearbeitet wird.

Grundsätzlich ist es nicht erforderlich, das Bauteil bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu kühlen. Insbesondere kann die Bildung eines Startrisses ungekühlt erfolgen. Falls entsprechend den jeweiligen Anforderungen erforderlich, kann das Bauteil jedoch während und/oder nach Beendigung des Trennvorganges gekühlt werden, wie dies eine Ausführungsform vorsieht. Eine solche Kühlung ist grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt, dient, anders als im Stand der Technik, bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens jedoch nicht dazu, die Bildung des Spannungsrisses hervorzurufen oder zu fördern, sondern vielmehr dazu, das Bauteil abzukühlen und eine Wärmedehnung des Bauteiles zu verringern. Auf diese Weise sind durch übermäßige Wärmedehnung hervorgerufene Beschädigungen des Bauteils zuverlässig vermieden. Außerdem ist auf diese Weise beim Abtrennen eines Teiles aus dem Bauteil das Abtrennen erleichtert.

Entsprechend den jeweiligen Anforderungen kann ein Laserstrahl mit einem symmetrischen oder asymmetrischen Strahlprofil verwendet werden, wobei zur Erzeugung des

- 14 -

Strahlprofiles insbesondere diffraktive, holographische oder brechende Optiken oder ein Laserscanner verwendet werden können. Auf diese Weise ist die Bildung eines nahezu beliebigen gewünschten Strahlprofils auf einfache Weise ermöglicht.

Grundsätzlich kann das Strahlprofil des Laserstrahles während des Trennvorganges unverändert bleiben. Falls entsprechend den jeweiligen Anforderungen erforderlich, kann das Strahlprofil des Laserstrahles während des Trennvorganges zeitlich und/oder räumlich verändert werden, wie dies eine Weiterbildung vorsieht.

Eine außerordentlich vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht Regelungsmittel zur Regelung der Leistung und/oder des Strahlprofiles und/oder des Fokus des Laserstrahles und/oder der räumlichen Lage des Strahlflecks auf dem Bauteil während des Trennvorganges vor. Auf diese Weise ist eine Online-Regelung des Trennvorganges geschaffen, so daß der Trennvorgang gezielt beeinflussbar ist.

Eine Weiterbildung der Ausführungsform mit den Regelungsmitteln sieht Sensormittel vor, die mechanische Spannungen in dem Bauteil oder den Bauteilen detektieren, insbesondere eine räumliche Verteilung mechanischer Spannungen in dem Bauteil oder den Bauteilen. Eine Detektion mechanischer Spannungen kann beispielsweise unter Verwendung einer Einrichtung zur Erkennung der Spannungs-Doppelbrechung im Glas bestehen, die auf einer Polarisationsmessung beruht. Dabei werden im Durchlichtbetrieb mittels zweier gekreuzter Polarisatoren Bilder aufgenommen und mit Hilfe einer Auswerteeinheit ausgewertet. In Abhängigkeit von dem Auswertungsergebnis können dann beispielsweise die Leistung des Lasers sowie andere Prozeßparameter, beispielsweise das Strahlprofil, die Intensitätsverteilung

- 15 -

und die räumliche Lage des Strahlflecks auf dem Bauteil, geregelt werden.

Eine andere Weiterbildung der Ausführungsform mit den Regelungsmitteln sieht Sensormittel vor, die die
5 Temperatur in dem Bauteil oder den Bauteilen messen, insbesondere eine räumliche Verteilung der Temperatur in dem Bauteil oder den Bauteilen. Auf diese Weise kann die Temperaturverteilung in dem Bauteil ermittelt und entsprechend den jeweiligen Anforderungen geregelt werden,
10 um in der gewünschten Weise einen thermischen Spannungsriß entlang der Trennzone zu erzeugen.

Bei der vorgenannten Ausführungsform weisen die Sensormittel zweckmäßigerweise eine Thermokamera oder ein Pyrometer auf. Derartige Einrichtungen ermöglichen
15 auf einfache und präzise Weise eine Temperaturmessung.

Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß die Trennzonen an in Strahlrichtung aufeinanderfolgenden Bauteilen in Richtung der Oberflächen der Bauteile zueinander beabstandet sind.
20 Auf diese Weise lassen sich beispielsweise mehrere in Strahlrichtung hintereinander angeordnete Bauteile treppenstufenartig durchtrennen.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist im Anspruch 42 angegeben.

25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beige-fügten Zeichnung näher erläutert, in der Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Einrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt sind.

30

Es zeigt:

Fig. 1 in stark schematisierter Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,

- 16 -

- Fig. 2 in gleicher Darstellung wie Fig. 1 das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 zur Verdeutlichung der Reflexion der Strahlung,
- 5 Fig. 3 in gleicher Darstellung wie Fig. 1 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,
- Fig. 4 in stark schematisierter Perspektivansicht ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,
- 10 Fig. 5 in gleicher Darstellung wie Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,
- Fig. 6 in gleicher Darstellung wie Fig. 4 ein
- 15 fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,
- Fig. 7 in gleicher Darstellung wie Fig. 4 ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,
- 20 Fig. 8 in gleicher Darstellung wie Fig. 4 ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung,
- Fig. 9 in gleicher Darstellung wie Fig. 4, jedoch in kleinerem Maßstab das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4,
- 25 Fig. 10 verschiedene mögliche Strahlprofile des Laserstrahles und
- Fig. 11 in ähnlicher Darstellung wie Fig. 4 das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 zur
- 30 Verdeutlichung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung eines Startrisses.

Gleiche bzw. sich entsprechende Bauteile sind in

- 17 -

den Figuren der Zeichnung mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung 2 zum Durchtrennen eines Bauteiles 4 aus Glas durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrisses in dem Bauteil 4 entlang einer Trennlinie dargestellt, wobei das Bauteil bei diesem Ausführungsbeispiel durch eine Planglasscheibe aus Borosilikatglas gebildet ist. Die Einrichtung 2 weist einen in der Zeichnung nicht dargestellten Laser, beispielsweise einen Nd:YAG-Laser, auf, der Laserlicht in eine Lichtleitfaser 6 einstrahlt, die an einem Bearbeitungskopf 8 gehalten ist. Der Bearbeitungskopf 8 richtet einen aus der Lichtleitfaser 6 austretenden fokussierten Laserstrahl 10 mit einem im wesentlichen punktförmigen Strahlfleck auf eine Trennzone in Form einer Trennlinie an der Planglasscheibe 4, entlang derer die Planglasscheibe 4 erwärmt und durch Erzeugung eines thermischen Spannungsrisses durchtrennt werden soll.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Bearbeitungskopf 8 so angeordnet, daß die Laserstrahlung 10 unter einem rechten Winkel auf die Oberfläche der Planglasscheibe 4 auftrifft.

Erfindungsgemäß weist die Einrichtung 2 Reflexionsmittel auf, die bei diesem Ausführungsbeispiel einen ersten Reflektor 12 aufweisen, der durch einen Spiegel gebildet ist, dessen Reflexionsfläche zu der Oberfläche der Planglasscheibe 4 im wesentlichen parallel verläuft.

Der erste Reflektor 12 reflektiert durch die Planglasscheibe 4 transmittierte Strahlung auf die Trennlinie, wie dies in Fig. 2 durch einen Pfeil 14 dargestellt ist. Dadurch, daß der Laserstrahl unter einem rechten Winkel auf die Oberfläche der Planglasscheibe 4

- 18 -

und damit auf die Reflexionsfläche des ersten Reflektors 12 auftrifft, sind der einfallende Laserstrahl (vgl. Fig. 1) und der reflektierte Laserstrahl (vgl. Fig. 2) im wesentlichen koinzident und im wesentlichen auf die gleiche Stelle der Trennlinie gerichtet.

Bei Betrieb der erfindungsgemäßen Einrichtung 2 trifft der einfallende Laserstrahl 10 auf die Planglasscheibe 4 auf, wird von dieser teilweise absorbiert und teilweise transmittiert und trifft dann auf den ersten Reflektor 12 auf. Der erste Reflektor 12 reflektiert die Laserstrahlung auf die Trennlinie, wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist, so daß die Laserstrahlung die Planglasscheibe erneut durchquert, und zwar an der gleichen Stelle entlang der Trennlinie, die der einfallende Strahl durchquert. Obwohl die Planglasscheibe 4 die Laserstrahlung im wesentlichen transmittiert und nur teilweise absorbiert, ist aufgrund der Reflexion der Laserstrahlung an dem ersten Reflektor 12 eine zur Erzeugung eines thermischen Spannungsrisses ausreichende Erwärmung der Planglasscheibe 4 dadurch ermöglicht, daß die Laserstrahlung das Bauteil 4 zweimal durchquert und hierbei jeweils teilweise von dem Glas absorbiert wird.

Um die Planglasscheibe 4 linienförmig entlang der Trennlinie zu erwärmen, sind in der Zeichnung nicht dargestellte Mittel vorgesehen, die den Bearbeitungskopf 8 während des Bearbeitungsvorganges entsprechend dem Verlauf der Trennlinie relativ zu der Planglasscheibe 4 bewegen. Hierbei kann der erste Reflektor 12 zusammen mit dem Bearbeitungskopf 8 bewegt werden. Falls der erste Reflektor 12 eine ausreichend große Reflexionsfläche aufweist, um während der gesamten Bewegung des Bearbeitungskopfes 8 relativ zu der Planglasscheibe 4 die Laserstrahlung entlang der Trennlinie

- 19 -

zu reflektieren, kann der erste Reflektor 12 jedoch auch ortsfest angeordnet sein.

Bei Abkühlung der Planglasscheibe 4 bildet sich ein entlang der Trennlinie ein thermischer Spannungs-
5 riß, so daß die Planglasscheibe 4 in der gewünschten Weise entlang der Trennlinie durchtrennt wird.

In Strahlrichtung hinter der Planglasscheibe 4 ist eine weitere Planglasscheibe 13 angeordnet, die gleichzeitig mit der Planglasscheibe 4 bearbeitet wird, so
10 daß sich auch an der Planglasscheibe 13 in einer oben für die Planglasscheibe 4 beschriebenen Weise ein thermischer Spannungsriß bildet. Das Durchtrennen der Planglassscheiben 4, 13 erfolgt also gleichzeitig, so daß das Durchtrennen der Planglassscheiben 4, 13 besonders
15 rationell gestaltet ist. Werden die Planglassscheiben 4, 13 gleichzeitig durchtrennt, so sind die Taktzeiten durch das erfindungsgemäße Verfahren gegenüber einem Verfahren, bei dem die Planglassscheiben 4, 13 nacheinander bearbeitet werden, halbiert.

20 Zur Bestrahlung der Planglassscheiben 4, 13 entlang der Trennlinie können die Planglassscheiben 4, 13 ortsfest angeordnet sein, während der Bearbeitungskopf 8 bewegt wird. Der Bearbeitungskopf 8 kann jedoch auch ortsfest angeordnet sein, während die Planglassscheiben
25 4, 13 bewegt werden. Es ist auch möglich, sowohl den Bearbeitungskopf 8 als auch die Planglassscheiben 4, 13 während des Trennvorganges zu bewegen.

In Fig. 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung 2 dargestellt, das
30 sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 vor allem dadurch unterscheidet, daß die Reflexionsmittel einen zweiten Reflektor 16 aufweisen, der auf der dem Bearbeitungskopf 8 zugewandten Seite der Planglasscheibe 4 angeordnet ist, wobei der erste Reflektor 12 die von

- 20 -

dem Laser emittierte Laserstrahlung nach Transmission durch die Planglasscheibe 4 auf den zweiten Reflektor 16 reflektiert und wobei der zweite Reflektor 16 die durch den ersten Reflektor 12 reflektierte Strahlung auf die Trennlinie zurückreflektiert, wie dies aus Fig. 3 ersichtlich ist, so daß die Laserstrahlung mehrfach zwischen den Reflektoren 12, 16 hin- und herreflektiert wird. Hierzu ist in dem zweiten Reflektor 16 eine Öffnung 18 gebildet, durch die der Bearbeitungskopf 8 die Laserstrahlung unter einem spitzen Einfallswinkel α , der kleiner als 90° ist, auf die Planglasscheibe 4 richtet.

Neben der Planglasscheibe 4 werden bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 gleichzeitig noch weitere Planglasscheiben bearbeitet, von denen in Fig. 3 lediglich zwei weitere Planglasscheiben dargestellt und mit den Bezugszeichen 20, 22 versehen sind.

Dadurch, daß die Laserstrahlung nicht unter einem rechten Winkel auf den ersten Reflektor 12 einfällt, trifft die von dem ersten Reflektor 12 reflektierte Strahlung an einer Stelle auf die Planglasscheiben 4, 20, 22 auf, die zu einer Stelle, an der die von dem Laser emittierte Strahlung auf die Trennlinie auftrifft, entlang der Trennlinie einen geringen Abstand aufweist. In entsprechender Weise trifft die zwischen dem ersten Reflektor 12 und dem zweiten Reflektor 16 hin- und her reflektierte Strahlung nacheinander an entlang der Trennlinie zueinander gering beabstandeten Stellen auf die Planglasscheiben 4, 20, 22 auf. Der Abstand ist hierbei so gewählt, daß sich die Planglasscheiben 4, 20, 22 entlang der Trennlinie in ausreichendem Maße erwärmen, so daß sich bei einer darauffolgenden Abkühlung in der gewünschten Weise ein Spannungsriß entlang der Trennlinie bildet.

- 21 -

In Fig. 4 ist ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung 2 dargestellt, das sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 dadurch unterscheidet, daß der zweite Reflektor 16 durch einen Spiegel gebildet ist, der in Abhängigkeit von der Polarisierung der Laserstrahlung diese entweder transmittiert oder reflektiert. Der erste Reflektor 12 ist derart ausgebildet, daß er die Polarisationsrichtung der Laserstrahlung bei Reflexion verändert. Die Polarisierung der von dem Laser emittierten einfallenden Laserstrahlung ist so gewählt, daß diese Laserstrahlung von dem zweiten Reflektor 16 zunächst transmittiert wird. Bei der darauffolgenden Reflexion an dem ersten Reflektor 12 wird die Polarisierung des Laserlichtes so beeinflusst, daß das Laserlicht bei einem anschließenden Auftreffen auf den zweiten Reflektor 16 reflektiert wird. Daran anschließend wird das Laserlicht mehrfach zwischen dem ersten Reflektor 12 und dem zweiten Reflektor 16 hin- und her reflektiert. Auf diese Weise ist eine schnelle und intensive Erwärmung der Planglasscheiben 4, 20, 22 an der bestrahlten Stelle ermöglicht, obwohl diese die Laserstrahlung im wesentlichen transmittieren.

In Fig. 5 ist ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung 2 dargestellt, die Strahlteilungsmittel in Form eines teildurchlässigen Spiegels 24 zur Teilung eines Laserstrahles aufweist, der in Richtung eines Pfeiles 26 auf den Spiegel einfällt. Der Spiegel 24 teilt den Laserstrahl in zwei Teilstrahlen, wobei ein Teilstrahl über die Lichtleitfaser 6 dem Bearbeitungskopf 8 zugeführt wird, der diesen Teilstrahl im wesentlichen unter einem rechten Winkel auf die Bauteile 4, 20, 22 richtet. Der andere Teilstrahl wird über eine weitere Lichtleitfaser 28

- 22 -

einem weiteren Bearbeitungskopf 30 zugeleitet, der diesen Teilstrahl im wesentlichen unter einem rechten Winkel auf die Bauteile 4, 20, 22 richtet, und zwar im wesentlichen auf die gleiche Stelle entlang der Trennlinie, auf die der Bearbeitungskopf 8 den anderen Teilstrahl richtet, derart, daß die beiden Teilstrahlen im wesentlichen koinzident sind. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß die Laserstrahlung die Bauteile 4, 20, 22 zweimal an der gleichen Stelle entlang der Trennlinie durchquert, so daß an dieser Stelle eine intensive Erwärmung der Bauteile 4, 20, 22 ermöglicht ist.

Anstatt den Laserstrahl eines Lasers durch Strahlteilungsmittel zu teilen, ist es auch möglich, zwei separate Laser zu verwenden.

In Fig. 6 ist ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung dargestellt, das sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 dadurch unterscheidet, daß als erster Reflektor ein Reflektor 32 verwendet wird, der den einfallenden Laserstrahl 10 so auf die Bauteile 4, 20, 22 reflektiert, daß sich an den Bauteilen 4, 20, 22 ausbildende linienförmige Trennzonen 34, 36, 38 in Richtung der Oberflächen der Bauteile 4, 20, 22 zueinander beabstandet sind, derart, daß die übereinander angeordneten Bauteile 4, 20, 22 treppenstufenartig durchtrennt werden, wie dies aus Fig. 6 ersichtlich ist. Auf diese Weise ist es möglich, die gleichartigen Bauteile 4, 20, 22 in einem einzigen Trennvorgang in unterschiedlicher Weise zu durchtrennen.

In Fig. 7 ist ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung 2 dargestellt, die sich von dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 dadurch unterscheidet, daß der Laserstrahl 10 schräg auf die

- 23 -

Oberfläche der Bauteile 20, 4, 22 gerichtet wird, und zwar bezogen auf die Normale auf die Oberfläche der Bauteile 20, 4, 22 unter einem Winkel α . Ferner ist der erste Reflektor 12 bezogen auf eine zu der Oberfläche der Bauteile 20, 4, 22 parallele Ebene unter dem Winkel α geneigt, so daß der von dem Laser emittierte Laserstrahl 10 und der von dem ersten Reflektor 12 reflektierte Laserstrahl die Bauteile 4, 20, 22 im wesentlichen an derselben Stelle durchqueren. Auf diese Weise bildet sich an den Trennzonen 34, 36, 38 der Bauteile 20, 4, 22 durch den Spannungsriß jeweils eine Fase, wie dies aus Fig. 7 ersichtlich ist. Durch diese Fase ist eine unerwünschte Beschädigung der Bauteile 4, 20, 22 aufgrund von Wärmedehnung verhindert, da die beiderseits der jeweiligen Trennzone 34, 36, 38 liegenden angefasten Schnittkanten im Falle einer Wärmedehnung aufeinander gleiten können.

In Fig. 8 ist ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Einrichtung 2 dargestellt, bei dem die Bauteile 4, 20, 22 auf einem Luftpolster 40 zu dem ersten Reflektor 12 beabstandet gelagert sind. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Trennzonen 34, 36, 38 linienförmig ausgebildet und begrenzen eine geschlossene, bei diesem Ausführungsbeispiel im wesentlichen rechteckförmige Kontur, so daß nach Beendigung des Trennvorganges aus den Bauteilen 20, 4, 22 jeweils ein Teil 42, 44, 46 herausgetrennt wird, wie dies im unteren Bereich von Fig. 8 angedeutet ist. Um die Bildung jeweils eines thermischen Spannungsrissses an den Trennzonen 34 bzw. 36 bzw. 38 der Bauteile 20, 4, 22 zu fördern und den thermischen Spannungsriß gezielt zu führen, werden bei diesem Ausführungsbeispiel definiert mechanische Spannungen in die Bauteile 20, 4, 22 eingebracht. Hierzu liegen die Bauteile 20, 4, 22 auf einem

- 24 -

nicht dargestellten Auflager auf, dessen Kontur der Kontur der Trennzonen 34, 36, 38 entspricht. Somit sind die Bauteile 20, 4, 22 im Bereich der herauszutrennenden Teile 42, 44, 46 unterstützt, während sie sich an ihren freien Enden unter ihrer Gewichtskraft nach unten durchbiegen. Während des Trennvorganges sinken die Bauteile 20, 4, 22 langsam nach unten, während die herauszutrennenden Teile 42, 44, 46 von der Auflage gehalten werden.

Die Fig. 9 und 10 dienen zur Verdeutlichung möglicher Strahlprofile des Laserstrahles 10.

In der ersten Reihe von Fig. 10 ist ganz links ein erstes mögliches Strahlprofil dargestellt, das mittels nicht dargestellter Strahlformungsmittel auf dem Bauteil 20 erzeugt wird. In Fig. 10 ist in der ersten Reihe in der Mitte ein Strahlprofil dargestellt, das gleichzeitig auf dem Bauteil 4 erzeugt wird, während in Fig. 10 in der ersten Reihe rechts ein Strahlprofil dargestellt ist, das gleichzeitig auf dem Bauteil 22 erzeugt wird. Aus einem Vergleich der in der ersten Reihe dargestellten Strahlprofile ist ersichtlich, daß sich durch geeignete Strahlformungsmittel auf den Bauteilen 20, 4, 22 gleichzeitig unterschiedliche Strahlprofile des Laserstrahles 10 erzeugen lassen.

Die Fig. 10 zeigt in der zweiten Reihe ein weiteres Beispiel eines Strahlprofiles, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel auf den Bauteilen 4, 20, 22 ebenfalls unterschiedliche Strahlprofile erzeugt werden.

In der dritten Reihe in Fig. 10 ist ein weiteres Beispiel eines Strahlprofiles dargestellt, wobei auf den Bauteilen 20, 4, 22 das gleiche Strahlprofil erzeugt wird.

Schließlich ist in Fig. 10 in der vierten Reihe ein Beispiel eines Strahlprofiles dargestellt, das im

- 25 -

wesentlichen kreisförmig ist, wobei auf den Bauteilen 20, 22 das kreisförmige Strahlprofil den gleichen Durchmesser hat, während es auf dem Bauteil 4 einen geringeren Durchmesser hat.

5 Wie sich aus Fig. 10 ergibt, sind die in den beiden oberen Reihen sowie der unteren Reihe von Fig. 10 dargestellten Strahlprofile achsensymmetrisch, während es sich bei dem in der dritten Reihe dargestellten Strahlprofil um ein asymmetrisches Strahlprofil han-
10 delt.

 Durch geeignete Wahl des Strahlprofiles, insbesondere eines asymmetrischen Strahlprofiles, läßt sich in den zu bearbeitenden Bauteilen eine beliebige geeignete Temperaturverteilung, beispielsweise eine asymmetrische
15 Temperaturverteilung erzeugen, die bei entsprechender Wahl der Temperaturverteilung zu einer beliebigen geeigneten Spannungsverteilung in den Bauteilen, beispielsweise einer symmetrischen Spannungsverteilung, führt.

20 Die in Fig. 10 dargestellten Strahlprofile lassen sich unter Verwendung eines Lasers mit einem zeitlich homogenen Strahlquerschnitt erzeugen. Die Strahlprofile lassen sich jedoch auch dadurch erzeugen, daß ein Laserscanner verwendet wird, dessen Strahlfleck kleiner
25 ist als das jeweils erzeugte Strahlprofil. Das Strahlprofil wird bei Verwendung eines solchen Laserscanners dadurch erzeugt, daß der Laserscanner das Bauteil schnell aufeinanderfolgend auf einer dem Strahlprofil entsprechenden Fläche abtastet.

30 Fig. 11 dient zur Verdeutlichung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem zu Beginn des Trennvorganges mittels der Laserstrahlung an einer Startzone 42 ein Startriß 44 erzeugt wird, von dem im weiteren Verlauf des Trennvorganges die Trennzone ausgeht.

- 26 -

Erfindungsgemäß wird die Intensität und/oder das Strahlprofil und/oder der Fokus des Laserstrahles 10 derart gesteuert, daß der Startriß 44 im wesentlichen ohne Materialabtrag an den Bauteilen 20, 4 gebildet wird. Hierzu wird der Laserstrahl 10 bei der Erzeugung des Startrisses beispielsweise auf einen Bereich unterhalb der Oberflächen der Bauteile 20, 4 fokussiert. Dadurch, daß der Startriß im wesentlichen ohne Materialabtrag an den Bauteilen 20, 4 gebildet wird, kann der Startriß gleichzeitig an den in Strahlrichtung hintereinander angeordneten Bauteilen 20, 4 erzeugt werden. Bei der Erzeugung des Startrisses werden die Bauteile 20, 4 nicht gekühlt. Die Erzeugung des Startrisses erfolgt vielmehr ausschließlich durch Steuerung der Intensität und/oder des Strahlprofiles und/oder des Fokusses des Laserstrahles 10.

- 27 -

Patentansprüche

1. Verfahren zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas,
Keramik, Glaskeramik oder dergleichen durch Erzeugung
eines thermischen Spannungsrisses an dem Bauteil an
einer Trennzone,
5
bei dem ein Laserstrahl auf die Trennzone gerichtet
wird,
bei dem die Wellenlänge der Laserstrahlung so gewählt
10 wird, daß die Laserstrahlung von dem Bauteil unter
Teilabsorption teilweise transmittiert wird und
bei dem der Laserstrahl derart auf das Bauteil gerich-
tet wird, daß der Laserstrahl von dem Bauteil gleich-
15 zeitig oder zeitlich aufeinanderfolgend entlang der
Trennzone im wesentlichen an der gleichen Stelle oder
an zueinander gering beabstandeten Stellen wenigstens
zweimal teilweise transmittiert wird,
20 **dadurch gekennzeichnet,**
daß gleichzeitig wenigstens zwei Bauteile bearbeitet
werden, die in Strahlrichtung hintereinander angeordnet
sind.
25
2. Verfahren zum Durchtrennen von Bauteilen aus Glas,
Keramik, Glaskeramik oder dergleichen durch Erzeugung
eines thermischen Spannungsrisses an dem Bauteil an
einer Trennzone,

- 28 -

bei dem zu Beginn des Trennvorganges mittels der Laserstrahlung in einer Startzone des Spannungsrisses ein Startriß an dem Bauteil erzeugt wird, von dem im weiteren Verlauf des Trennvorganges die Trennzone ausgeht,

5

dadurch gekennzeichnet,

daß die Intensität und/oder das Strahlprofil und/oder der Fokus des Laserstrahles derart gesteuert wird bzw.
10 werden, daß der Startriß im wesentlichen ohne Materialabtrag an dem Bauteil gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
daß der Laserstrahl bei der Erzeugung des Startrisses
15 auf einen Bereich unterhalb der Oberfläche des Bauteiles fokussiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
daß der Startriß an einer zu den Rändern des Bauteiles
20 beabstandeten Stelle gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
daß ein Startriß erzeugt wird, der sich in Strahlrichtung der Laserstrahlung im wesentlichen durch das gesamte Bauteil hindurch erstreckt.
25

6. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
daß der Laserstrahl zur Weiterführung des von der Startzone ausgehenden thermischen Spannungsrisses auf
30 die Startzone gerichtet und im weiteren Verlauf des Trennvorganges entlang der Trennzone bewegt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
daß der Laserstrahl zur Weiterführung des von der

- 29 -

Startzone ausgehenden thermischen Spannungsrisses auf einen zu der Startzone beabstandeten Bereich gerichtet wird und so gesteuert wird, daß sich der thermische Spannungsriss im weiteren Verlauf des Trennvorganges entlang der Trennzone ausbildet.

8. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß gleichzeitig wenigstens zwei in Strahlrichtung der Laserstrahlung hintereinander angeordnete Bauteile bearbeitet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bauteile während des Trennvorganges zueinander beabstandet sind oder aneinander anliegen oder miteinander verbunden sind, insbesondere fest miteinander verbunden sind.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bauteile ein Verbundbauteil, insbesondere eine Verbundglasscheibe bilden.

11. Verfahren nach Anspruch 1 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der zu durchtrennenden Bauteile eine Beschichtung eines anderen der zu durchtrennenden Bauteile ist.

12. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bauteile Glasscheiben, insbesondere Planglasscheiben oder rotationssymmetrische Bauteile aus Glas sind.

13. Verfahren nach Anspruch 1 oder , **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bauteile aus Borosilikatglas oder Kalk-Natron-Glas bestehen.

- 30 -

14. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Reflexionsmittel verwendet werden, die wenigstens einen auf der dem Laser abgewandten Seite des Bauteiles angeordneten ersten Reflektor aufweisen, der durch das Bauteil transmittierte Laserstrahlung auf die Trennzone reflektiert.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens ein zweiter Reflektor verwendet wird, der auf der dem Laser zugewandten Seite des Bauteiles angeordnet ist, wobei von dem ersten Reflektor die Laserstrahlung durch die Trennzone hindurch auf den zweiten Reflektor reflektiert wird und wobei der zweite Reflektor von dem ersten Reflektor reflektierte Strahlung auf die Trennzone reflektiert.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Laserstrahlung von dem zweiten Reflektor auf den ersten Reflektor zurückreflektiert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der einfallende Laserstrahl und der von dem ersten Reflektor reflektierte Laserstrahl und/oder der von dem ersten Reflektor auf den zweiten Reflektor reflektierte Laserstrahl und der von dem zweiten Reflektor auf den ersten Reflektor zurückreflektierte Laserstrahl entlang der Trennzone im wesentlichen auf die gleiche Stelle oder auf zueinander gering beabstandete Stellen des Bauteiles gerichtet werden.

18. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Reflektor und ggf. der

- 31 -

zweite Reflektor in Strahlrichtung mit Abstand zu dem Bauteil angeordnet wird bzw. werden.

- 5 19. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei Laser verwendet werden, die jeweils einen Laserstrahl entlang der Trennzone im wesentlichen auf die gleiche Stelle oder auf zueinander gering beabstandete Stellen des Bauteils richten.
- 10 20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Laser auf gegenüberliegenden Seiten des Bauteiles angeordnet werden.
- 15 21. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Laserstrahl des Lasers in wenigstens zwei Teilstrahlen geteilt wird und daß die Teilstrahlen entlang der Trennzone im wesentlichen auf die gleiche Stelle oder auf zueinander gering beabstandete Stellen des Bauteils gerichtet werden.
- 20 22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Teilstrahlen von gegenüberliegenden Seiten auf das Bauteil gerichtet werden.
- 25 23. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Laser ein Nd:YAG-Laser oder ein Diodenlaser verwendet wird.
- 30 24. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Laserstrahlung mit einer Wellenlänge von etwa 500 bis etwa 5.300 nm verwendet wird.
25. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bauteil und der Laser während des

- 32 -

Bearbeitungsvorganges relativ zueinander bewegt werden.

26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bauteil und der Laser relativ zueinander
5 zweidimensional bewegt werden, wobei das Bauteil in einer ersten Richtung (x-Richtung) und der Laser in einer zu der ersten Richtung (x-Richtung) im wesentlichen senkrechten zweiten Richtung (y-Richtung) bewegt wird.
- 10 27. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß als zweiter Reflektor ein Reflektor verwendet wird, der die Laserstrahlung in Abhängigkeit von deren Polarisierung entweder transmittiert oder reflektiert,
15 daß die Laserstrahlung von dem Laser von der dem ersten Reflektor abgewandten Seite eingestrahlt wird, wobei die Polarisierung der Laserstrahlung derart gewählt wird, daß der zweite Reflektor den einfallenden Strahl transmittiert, und daß die Polarisierung der Laserstrahlung
20 von dem ersten Reflektor derart beeinflußt wird, daß der Laserstrahl bei einem darauf folgenden Auftreffen von dem zweiten Reflektor reflektiert wird.
28. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Strahlprofil des Laserstrahles durch
25 Strahlformungsmittel geformt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trennzone eine geschlossene Kontur
30 begrenzt.
30. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Teil aus dem Bauteil herausgetrennt wird.

- 33 -

31. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Laserstrahl schräg auf das Bauteil gerichtet wird, derart, daß sich an der Trennzone eine Fase an dem Bauteil bildet.
- 5
32. Verfahren nach Anspruch 1 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bauteil während des Trennvorganges derart mit mechanischen Spannungen beaufschlagt wird, daß die Bildung
- 10 des Spannungsrisses gefördert wird.
33. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Bauteil während und/oder nach Beendigung des Trennvorganges gekühlt wird.
- 15
34. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Laserstrahl mit einem symmetrischen oder asymmetrischen Strahlprofil verwendet wird.
- 20
35. Verfahren nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung des Strahlprofiles diffraktive, holographische oder brechende Optiken oder ein Laser-scanner verwendet werden.
- 25
36. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Strahlprofil des Laserstrahles während des Trennvorganges zeitlich und/oder räumlich verändert wird.
- 30
37. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet** durch Regelungsmittel zur Regelung der Leistung und/oder des Strahlprofiles und/oder des Fokus des Laserstrahles und/oder der räumlichen Lage des Strahlflecks auf dem Bauteil während des Trennvorganges.

- 34 -

38. Verfahren nach Anspruch 37, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelungsmittel Sensormittel aufweisen, die mechanische Spannungen in dem Bauteil oder den Bauteilen detektieren, insbesondere eine räumliche Verteilung mechanischer Spannungen in dem Bauteil oder den Bauteilen.

39. Verfahren nach Anspruch 37, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelungsmittel Sensormittel aufweisen, die die Temperatur in dem Bauteil oder den Bauteilen messen, insbesondere eine räumliche Verteilung der Temperatur in dem Bauteil oder den Bauteilen.

40. Verfahren nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sensormittel eine Thermokamera oder ein Pyrometer aufweisen.

41. Verfahren nach Anspruch 1 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trennzonen an in Strahlrichtung aufeinanderfolgenden Bauteilen in Richtung der Oberflächen der Bauteile zueinander beabstandet sind.

42. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 41.

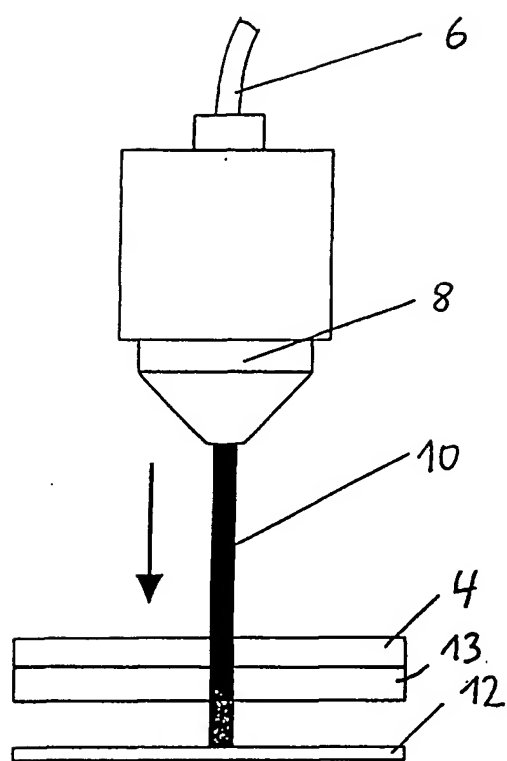


FIG. 1

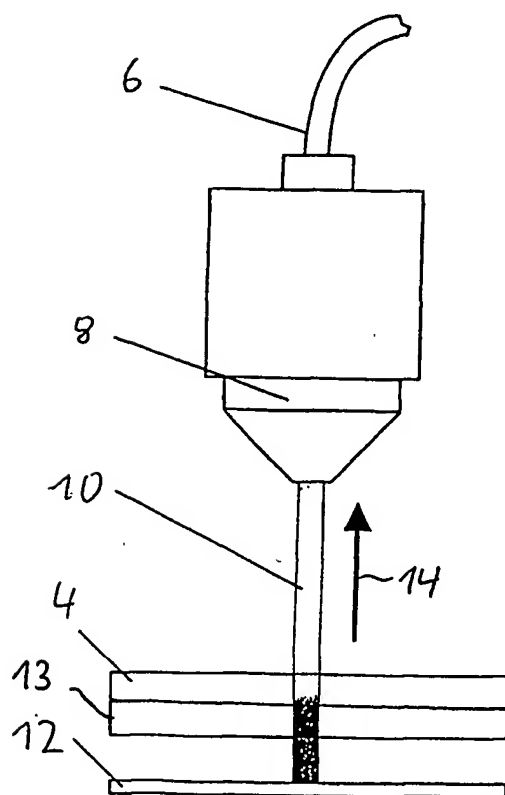


FIG. 2

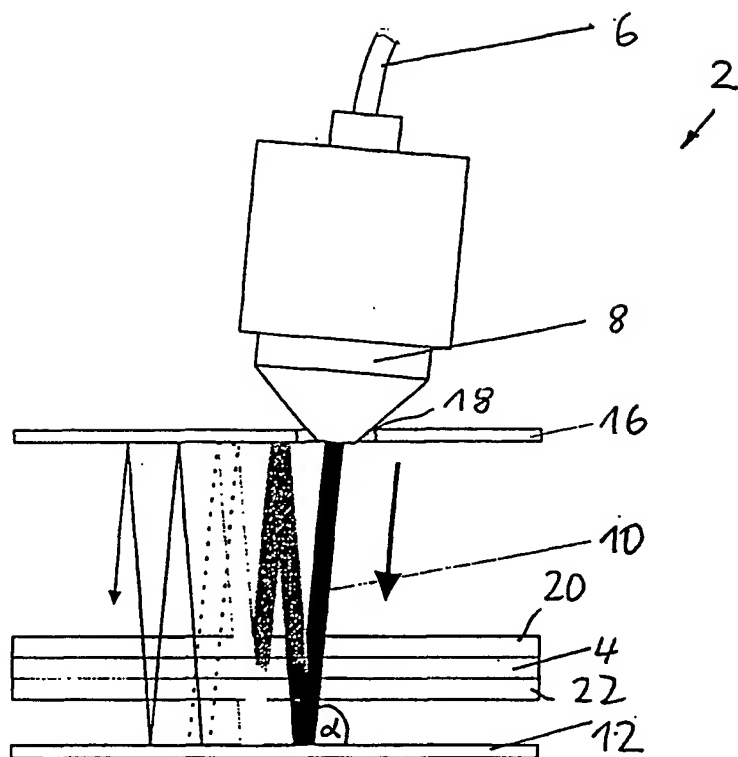


FIG. 3

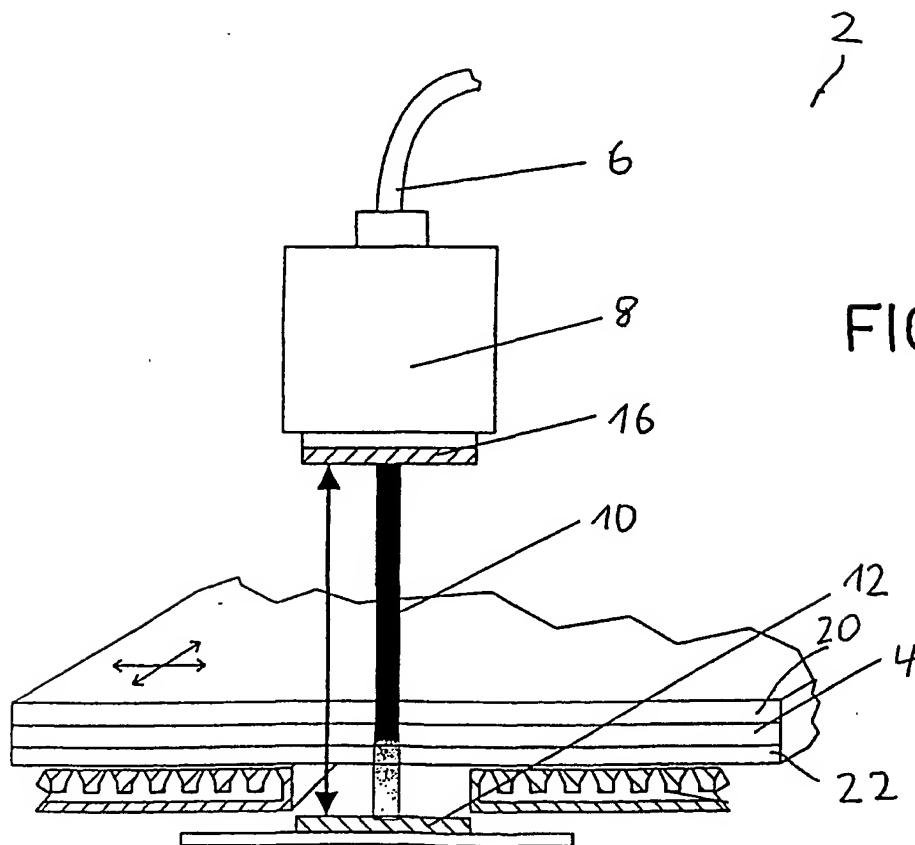


FIG. 4

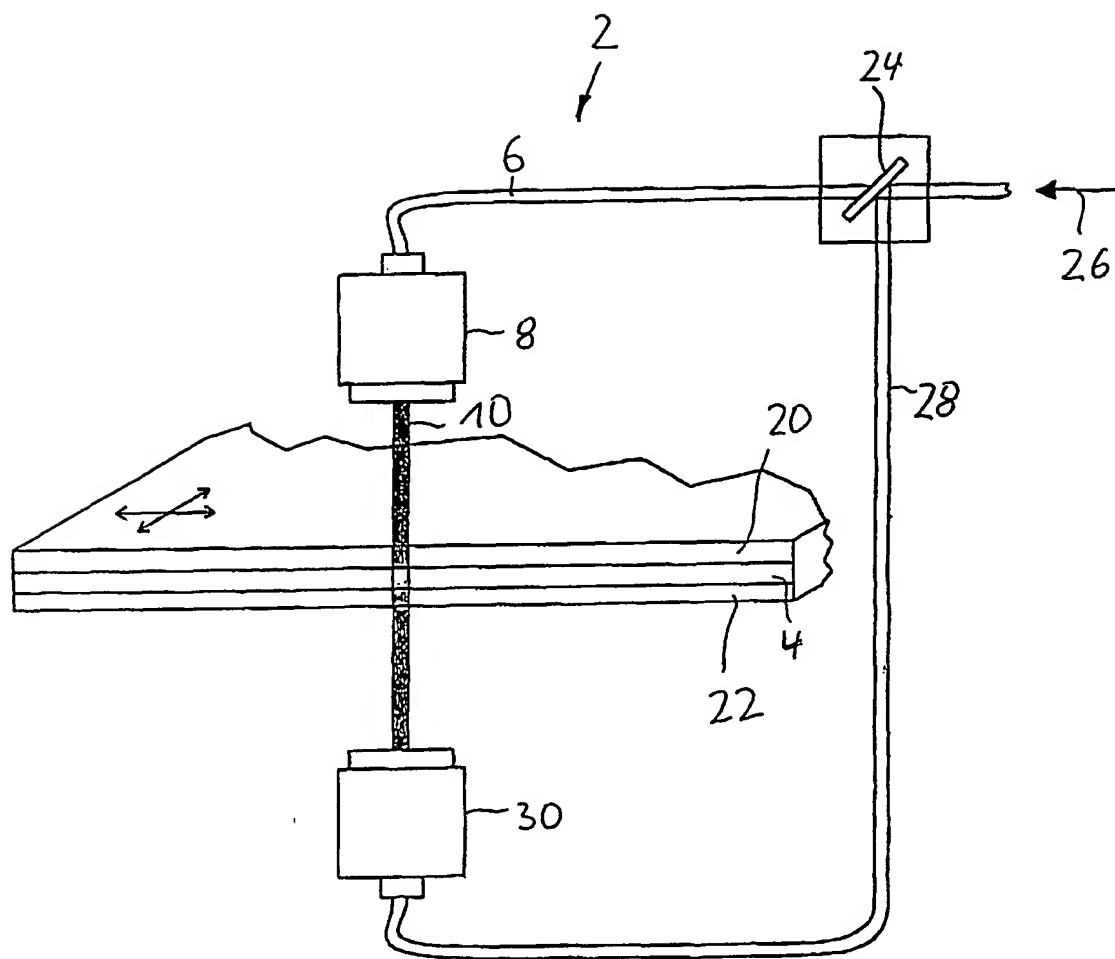


FIG. 5

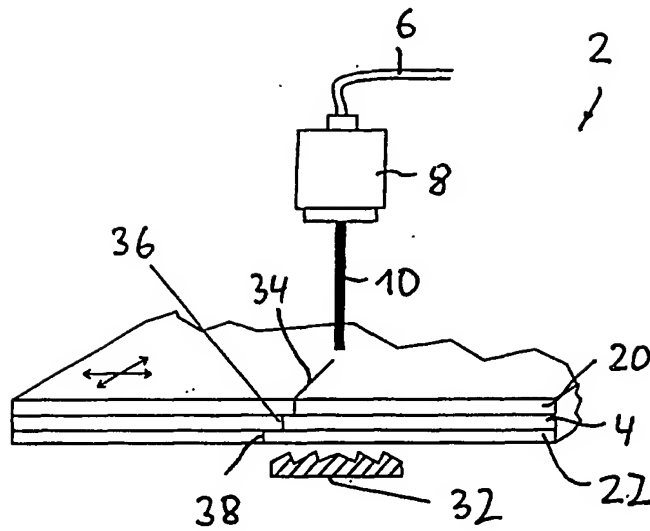


FIG. 6

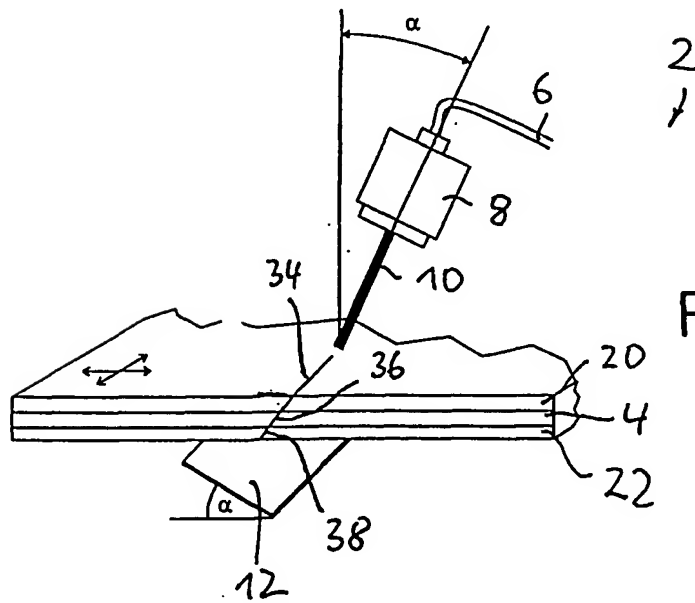


FIG. 7

5/7

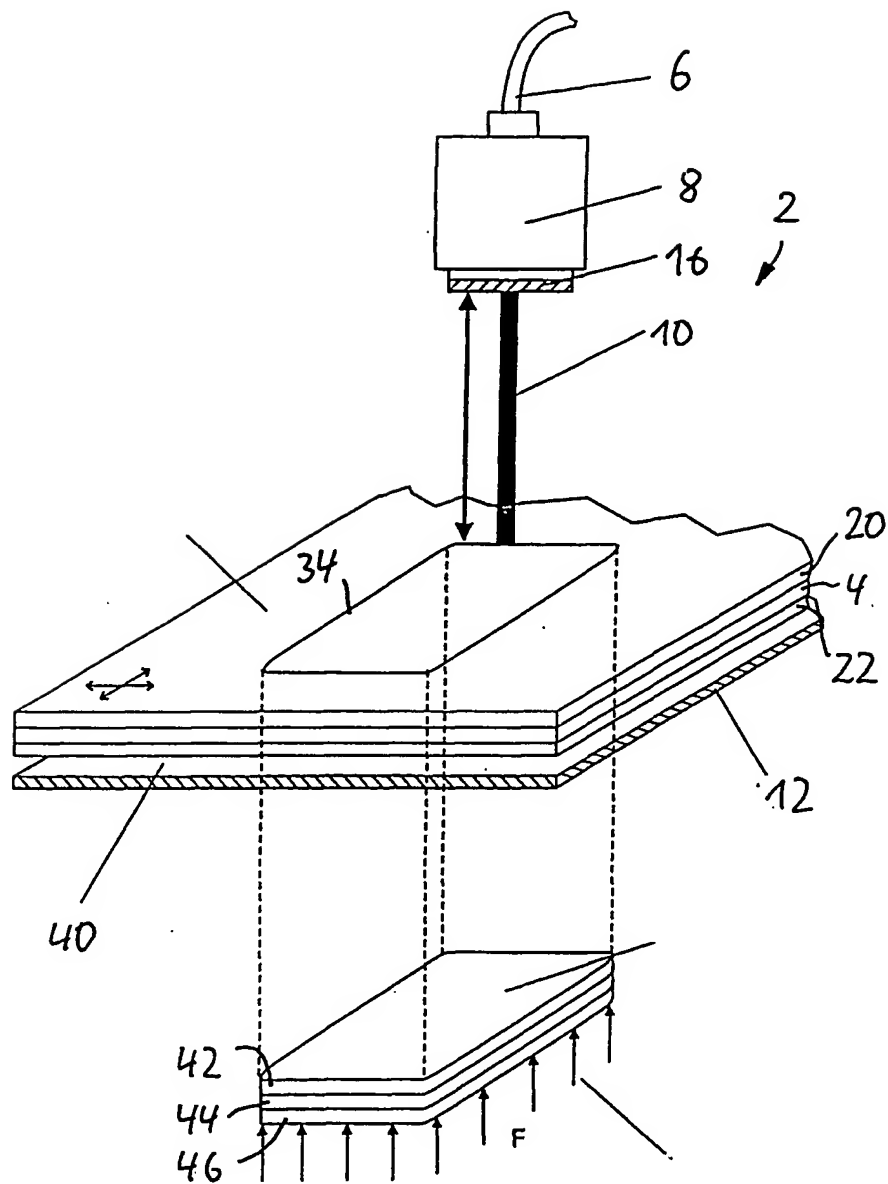


FIG. 8

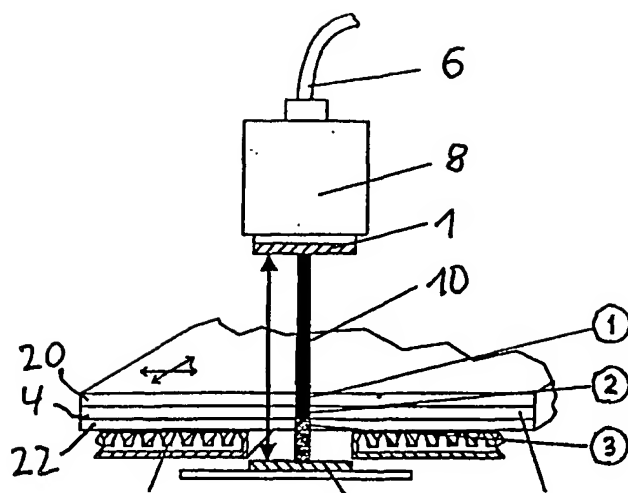


FIG.9

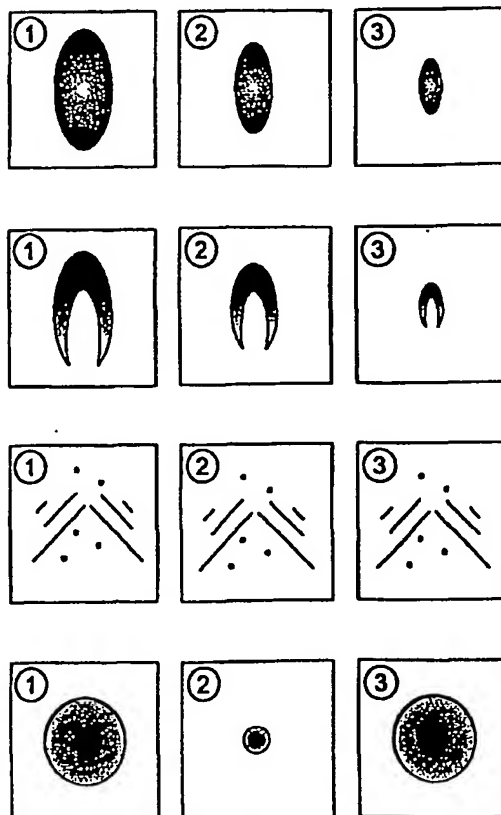


FIG. 10

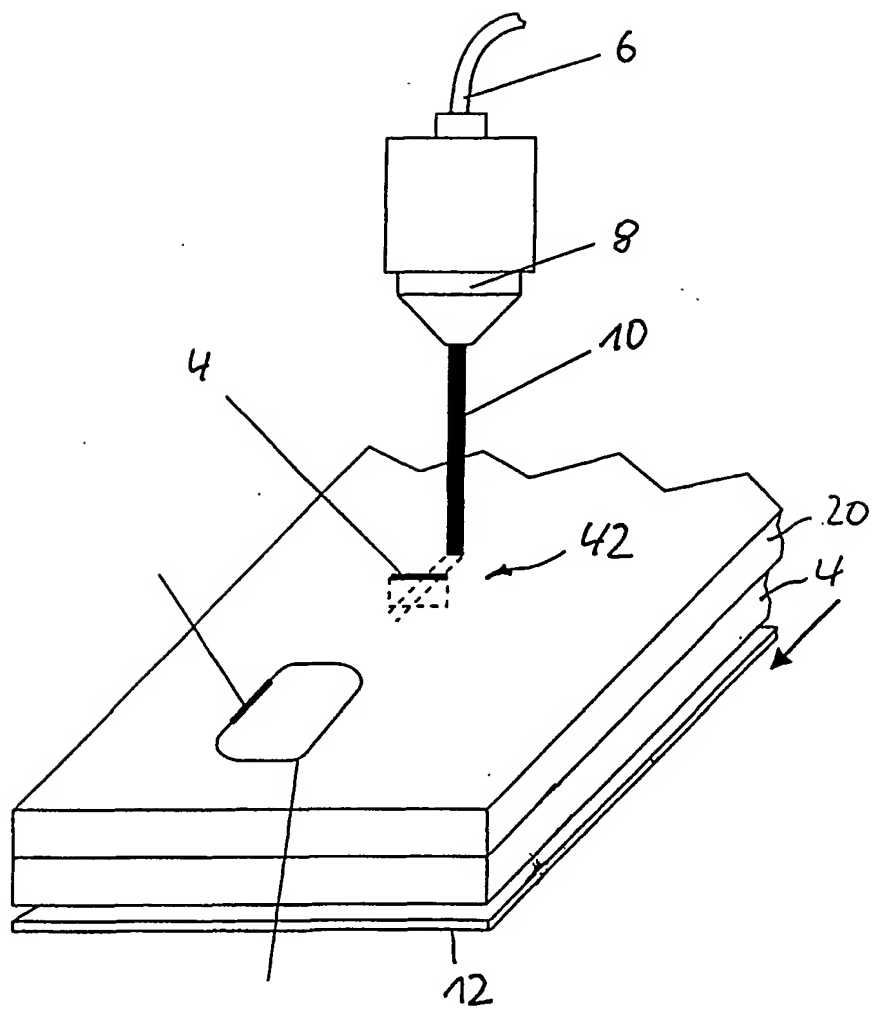


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/14729

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C03B33/09 C03B33/07 B23K26/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C03B B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 448 168 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV) 25 September 1991 (1991-09-25) column 5, line 55 - column 6, line 14; figure 4	1-42
A	SHEPELOV G V ET AL: "CUTTING SHEET GLASS WITH THE BEAM OF A SOLID-STATE LASER" WELDING INTERNATIONAL, WELDING INSTITUTE. ABINGTON, GB, vol. 14, no. 12, December 2000 (2000-12), pages 988-991, XP000998828 ISSN: 0950-7116 page 991, line 1 - last paragraph	1-42
A	JP 2000 281373 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 10 October 2000 (2000-10-10) figures 6,14	1-42



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 April 2002

Date of mailing of the international search report

07/05/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Reedijk, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
information on patent family members

International Application No
PCT/EP 01/14729

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0448168	A	25-09-1991	DE 69128370 D1	22-01-1998
			DE 69128370 T2	04-06-1998
			EP 0448168 A1	25-09-1991
			JP 4224091 A	13-08-1992
			US 5132505 A	21-07-1992
<hr/>				
JP 2000281373	A	10-10-2000	NONE	
<hr/>				

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/14729

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C03B33/09 C03B33/07 B23K26/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C03B B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 448 168 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV) 25. September 1991 (1991-09-25) Spalte 5, Zeile 55 - Spalte 6, Zeile 14; Abbildung 4	1-42
A	SHEPELOV G V ET AL: "CUTTING SHEET GLASS WITH THE BEAM OF A SOLID-STATE LASER" WELDING INTERNATIONAL, WELDING INSTITUTE. ABINGTON, GB, Bd. 14, Nr. 12, Dezember 2000 (2000-12), Seiten 988-991, XP000998828 ISSN: 0950-7116 Seite 991, Zeile 1 - letzter Absatz	1-42
A	JP 2000 281373 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 10. Oktober 2000 (2000-10-10) Abbildungen 6,14	1-42

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. April 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/05/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Reedijk, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/14729

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0448168 A	25-09-1991	DE 69128370 D1	22-01-1998
		DE 69128370 T2	04-06-1998
		EP 0448168 A1	25-09-1991
		JP 4224091 A	13-08-1992
		US 5132505 A	21-07-1992
<hr/>			
JP 2000281373 A	10-10-2000	KEINE	
<hr/>			